

Caracterización selvícola de los hayedos cantábricos: influencia de las condiciones de estación y los usos antrópicos

M. Gómez-Manzanedo^{1*}, S. Roig² y J. A. Reque¹

¹ Departamento de Producción Vegetal y Recursos Forestales. Campus de Valencia.
Universidad de Valladolid. Avda. de Madrid, 44. 34004 Palencia. España

² Departamento de Sistemas y Recursos Forestales. Centro de Investigación Forestal. CIFOR-INIA.
Ctra. A Coruña, km 7,5. 28040 Madrid. España

Resumen

El presente trabajo tiene como objetivo la descripción de las diferentes estructuras forestales que se presentan actualmente en los hayedos cantábricos y su relación con las estaciones forestales y el uso humano influenciado por estas últimas. Se realizó inicialmente una tipología de masas de haya para posteriormente analizar su relación con diferentes clasificaciones ecológicas elaboradas de manera previa: regiones de procedencia, clases territoriales y áreas potenciales. La base de partida para la caracterización de los hayedos ha sido la información dasométrica del Tercer Inventario Forestal Nacional del que se escogieron aquellas parcelas de la Cordillera Cantábrica en las que el haya fuera especie dominante. Los datos de estas parcelas seleccionadas fueron sometidos a un análisis estadístico multivariante permitiendo definir siete grupos estructurales. La diferencia entre estos grupos reside principalmente en la densidad, la distribución diamétrica y la diversidad específica de la masa. Por último se compararon los tipos de masas obtenidos con las distintas clasificaciones ecológicas y administrativas disponibles encontrándose una mayor representación de latizales puros en la vertiente sur de la Cordillera Cantábrica frente a una mayor presencia de fustales puros y mixtos en la vertiente norte. Los resultados obtenidos ponen de manifiesto que la heterogeneidad estructural de los hayedos estudiados está determinada por la unión de factores ecológicos y humanos.

Palabras clave: *Fagus sylvatica*, tipología de masas, clasificaciones ecológicas, aprovechamiento.

Abstract

Silvicultural characterization of the Cantabrian beech forest: the influence of site conditions and anthropic uses

The goal of this study is the description of different structures within the Cantabrian beech forests, and the assessment of the influence in the stand structure of factors of ecological site and human use. As a first approach, a typological classification of the Cantabrian beech forests was established. Based on this classification the relation between forest structure and previously established ecological classifications was analysed: regions of provenance, territorial areas and potential areas derived from population ecology studies. The data base for the establishment of the typological classification was the Third National Forest Inventory. The multivariate analysis of the IFN3 plots with beech as dominant species in the Cantabrian range allowed us to define seven beech forest structure types. The main difference between groups was stand density, diametric distribution and species diversity. Finally we compared the stand types obtained with the different ecological and administrative classifications. Beech forests in the southern Cantabrian range presented more pole stages while the presence of timber stages was more important in the northern part of the Cantabrian range. The results show that structural heterogeneity in the beech forest is determined by the union of ecological and anthropic factors.

Key words: *Fagus sylvatica*, stands typology, ecological classifications, forest uses.

Introducción

El haya (*Fagus sylvatica* L.) es una especie endémica europea caracterizada por un notable éxito colo-

nizador el cual se vio favorecido por la gran duración del último periodo glacial que habría afectado intensamente a algunos de sus directos competidores (Costa *et al.*, 1997). La expansión ibérica de los hayedos tiene lugar hace unos 4.500 años en los Pirineos y alrededor de 3.800 años en la Cordillera Cantábrica (Peñalba, 1994), aunque a nivel de especie parece que

* Autor para la correspondencia: mgomez@pvs.uva.es
Recibido: 13-12-07; Aceptado: 10-06-08.

su aparición fue anterior (Martínez Atienza y Morla Juaristi, 1992). Así, los hayedos son calificados como una de las formaciones boscosas más recientemente instaladas en la península Ibérica.

Los hayedos son uno de los bosques más característicos de la Iberia húmeda, especialmente en localizaciones de umbría (Sánchez *et al.*, 2003). Presenta un estrato arbóreo denso que crea un ambiente nemoral sombrío, de manera que algunos autores como Costa *et al.* (1997) consideran los hayedos el tipo de bosque monoespecífico por excelencia. Los patrones de regeneración, crecimiento y mortalidad de *F. sylvatica* muestran que la dinámica de las poblaciones de esta especie está regulada por la competencia intraespecífica (Rozas, 2001, 2003). Las masas de haya españolas tienen una localización montana centradas principalmente en el eje cantabropirenaico (Costa *et al.*, 1997). Se extienden desde los Ancares (Lugo) hasta los Pirineos y montañas catalanas. Existen enclaves aislados en la Sierra del Caurel, Moncayo, Puerto de Beceite y Ayllón llegando a cubrir 385.686,96 hectáreas (DGB, 2007).

En España los primeros estudios autoecológicos de especies forestales aparecen con la finalidad de tipificar la aptitud de un territorio para sustentar masas estables de una determinada especie forestal. Así surgen en la década de los sesenta del siglo XX los primeros estudios en esta línea, cítese el trabajo realizado sobre pinares españoles de Nicolás y Gandullo (1967). Consecutivamente, para facilitar la inventariación, evaluación, monitorización y comercialización de los recursos vegetales, y a su vez la descripción de los hábitats actuales y potenciales de las especies forestales, surgen las clasificaciones ecológicas. Así se realizan trabajos como: a) las regiones de procedencia, que son unidades básicas de comercialización que se han delimitado teniendo en cuenta unidades con homogeneidad ecológica y genética dentro del rango natural de cada especie (Martín *et al.*, 1998) —en este caso, el trabajo de Agúndez *et al.* (1995) es específico para *Fagus sylvatica*—; b) la clasificación biogeoclimática de España peninsular y Baleares (Elena, 1997) que pretende identificar y describir diferentes tipos de unidades territoriales y/o ecosistemas en los cuales es relativamente homogénea la respuesta biológica a las acciones humanas; y c) la definición y cartografía de las áreas potenciales fisiográfico-climáticas de, en este caso, hayedos en España (Sánchez Palomares *et al.*, 2004) que tipifica de forma cuantificada la aptitud de un territorio para sustentar masas estables de haya.

Estas clasificaciones ecológicas mostraban ciertas limitaciones en el campo de la gestión por lo que fue necesaria la búsqueda de herramientas que facilitaran el manejo de las masas forestales. Así nacen en la década de los ochenta del siglo XX las primeras tipologías de especies forestales que permiten un análisis y una clasificación detallada y objetiva de los rodales forestales (Bruciamacchie, 2001). Las masas irregulares de montaña fueron objeto de los primeros estudios que se llevaron a cabo para este establecimiento tipológico. Es el caso de Herbert y Rebeiro (1985) que presentan una clasificación tipológica objetiva para *Fagus sylvatica* y *Abies alba* en el macizo del Jura. A nivel internacional sirvan de referencia tipologías realizadas para coníferas: Chauvin *et al.* (1994) y para frondosas: Aubury *et al.* (1990). En la selvicultura española el desarrollo de las tipologías de masas es posterior destacando autores como Reque (2004) para el roble albar, Roig *et al.* (2006) para la sabina albar, Roig *et al.* (2007) para el rebollo y Aunós *et al.* (2007) para el abeto, todas ellas basadas en los datos del Inventario Forestal Nacional. Sobre tipología selvícola de hayedos son de destacar los trabajos en Pirineos de Chollet y Kuss (1998) que usan como base del muestreo el Inventario Forestal Nacional francés. Otro estudio de hayedos es el trabajo de Costa *et al.* (1997) que se basa en pequeñas diferencias florísticas. Describen una veintena de asociaciones dando lugar a una tipología fitosociológica de hayedos en España. También son destacables los estudios realizados por Rozas (2001, 2004) sobre la dinámica forestal y la señal climática cronológica del haya en la Cornisa Cantábrica y Rozas (2002, 2003) que estudió la estructura y los patrones de regeneración del haya en el litoral occidental de Cantabria.

Uno de los principales usos de una tipología de masas es contar con una herramienta sencilla de gestión forestal; relacionado con este uso, han sido numerosos los autores que han relacionado tipos de masas con gestión y conservación de especies y hábitats. Sirvan de ejemplo los trabajos de Layna *et al.* (2000), Blanco (2001), De Bellefeuille (2001), Canut (2001), Montori *et al.* (2001), Torre (2001), San Miguel (2003) o Reque (2005), que ponen de manifiesto una conexión directa entre tipo de estructura forestal y conservación de hábitats y por tanto entre tipologías y conservación de fauna en este caso. En particular, los hayedos presentan una gran capacidad de acogida de fauna, resaltando su importancia por formar parte de hábitats de especies en peligro de extinción y emblemáticas, como es el caso del urogallo (*Tetrao urogallus*) (Pollo *et*

al., 2005; Storch *et al.*, 2006) y el oso pardo (*Ursus arctos*) (Clevenger *et al.*, 1992; Torre y Roy, 1996).

El paisaje así como las diversas estructuras forestales que presenta actualmente una especie son la respuesta a la influencia de múltiples factores abióticos y bióticos, están ligadas a las condiciones ecológicas y a los diferentes usos tradicionales que han tenido estas masas en su historia (Rozas, 2003; Onaindia *et al.*, 2004; Merino *et al.*, 2007). La distribución de los hayedos en la Cordillera Cantábrica está profundamente marcada por la autoecología de la especie que determina los hábitats centrales y marginales de ésta (Sánchez *et al.*, 2003). Esta distribución y el estado actual de las masas de haya está a su vez modelada de forma significativa por las actividades humanas. Esta influencia antrópica no es menos importante a la hora de entender y evaluar la distribución de la vegetación y los usos del suelo tanto actuales como pretéritos (García del Barrio *et al.*, 2003). La ganadería, la agricultura, el aprovechamiento para leñas (para uso directo o carbón) y la industria son fundamentalmente los principales aprovechamientos históricos de estas masas (Urrestarazu *et al.*, 1992). La utilización masiva de leñas y carbón, de enorme importancia hasta el siglo XVIII, dio lugar a una gran expansión de los hayedos en monte bajo, frecuentemente en estado de degradación debido al abandono de su aprovechamiento (Madrigal *et al.*, 1992). El monte bajo es una de las formas fundamentales de masa más característica de los hayedos, siendo el patrón espacial de regeneración del haya predominantemente en forma de agregados y segregada respecto a los árboles maduros de su misma especie (Rozas, 2002).

Dada la importancia de los hayedos en la Cordillera Cantábrica junto con el interés de las clasificaciones ecológicas para establecer comparaciones entre distintos paisajes hacia el análisis del funcionamiento y la dinámica evolutiva de las masas (Forman y Godrón, 1986), los objetivos del presente trabajo son: a) establecer una clave tipológica de hayedos cantábricos de fácil uso e interpretación como herramienta de gestión de éstos y de los hábitats en los que viven especies faunísticas ligadas a hayedos; b) caracterizar selvícolamente los diferentes tipos de hayedos de la Cordillera Cantábrica; c) comparar la tipología obtenida con diferentes clasificaciones ecológicas para analizar la influencia de distintos factores ligados a las condiciones de estación y la acción antrópica en la determinación de las estructuras forestales de los hayedos cantábricos.

Material y Métodos

Zona de estudio

El presente estudio se centra en las masas de haya presentes en el norte de la Comunidad Autónoma de Castilla y León (León, Palencia y Burgos), Asturias y Cantabria. Se representa así toda la posible variabilidad presente en la Cordillera Cantábrica (longitud: 3° 15' W - 6° 43' W; latitud: 42° 48' N - 43° 22' N), ocupando un total de 167.378,31 hectáreas (DGB, 2007).

El clima varía desde eurosiberiano en las zonas más occidentales y septentrionales del área de estudio hasta clima supramediterráneo en la vertiente meridional (Rivas-Martínez, 1987).

Toma de datos

La base de datos utilizada ha sido el Tercer Inventario Forestal Nacional (IFN3) (DGB, 2007). De la totalidad de parcelas con presencia de *F. sylvatica* en la Cordillera Cantábrica se seleccionaron aquellas en las que el haya figuraba como especie principal. Para definir la especie principal se consideró la dominancia en área basimétrica por su gran significación selvícola, seleccionando aquellas parcelas de la zona de estudio en las que el área basimétrica del haya fuera superior al 50% del total (Madrigal, 1994).

Se generaron tablas de datos, síntesis de la información del IFN3, que aportó la aplicación informática Basifor 2.0 (Bravo *et al.*, 2002), dando lugar a la matriz de datos de 687 parcelas con variables que van desde alturas a pendientes. Se añadieron cuatro variables más referidas a la distribución diamétrica, es decir, variables características de la estructura horizontal: porcentaje de madera fina (MF: pies con diámetro normal entre 7,5 cm y 12,5 cm), porcentaje de madera media (MM: pies con 12,6 cm \leq Dn \leq 22,5 cm), porcentaje de madera gruesa (MG: pies con 22,6 cm \leq Dn \leq 42,5 cm) y porcentaje de madera muy gruesa (MMG: pies con Dn > 42,5 cm). Estas variables son de gran importancia en la gestión selvícola lo que ha provocado su utilización en la mayoría de trabajos realizados para el establecimiento de tipologías forestales (Aubury *et al.*, 1990; Chauvin *et al.*, 1994; Chollet y Kuus, 1998; Reque, 2004; Roig *et al.*, 2006; Aunós *et al.*, 2007; Roig *et al.*, 2007). Finalmente eliminando aquellas variables con información reiterativa se seleccionaron nueve variables (Tabla 1). Estos nueve

Tabla 1. Variables seleccionadas para el establecimiento de la clave tipológica de los hayedos cantábricos

| Variable | Unidades | Variable | Unidades |
|--|--------------------|--|----------|
| AB (área basimétrica) | m ² /ha | N (densidad total en el rodal) | pies/ha |
| Dg (diámetro medio cuadrático) | cm | Nmezcla (porcentaje de pies de <i>Fagus sylvatica</i> con respecto al total del rodal) | % |
| D _o (diámetro dominante de Assmann) | cm | Fcc arbolada (fracción cabida cubierta arbolada) | % |
| H (altura media) | m | MF (madera fina: porcentaje de pies con diámetro normal entre 7,5 y 12,5 cm) | % |
| H _o (altura dominante de Assmann) | m | | |

descriptores sirvieron de fundamento para la posterior sucesión de análisis multivariantes.

Análisis de los datos

Sobre el total de las parcelas se realizó un análisis factorial (ACP, método de extracción de componentes principales, autovalores > 1, rotación Varimax normalizado) (Bisquerra, 1989a,b). Se obtuvo así un número reducido de factores independientes de elevada contribución en la explicación de la variedad estructural existente en los hayedos cantábricos.

A continuación, con las puntuaciones factoriales obtenidas en el ACP para cada parcela se realizó un análisis de conglomerados que permitió agrupar los casos en función de una similitud existente entre ellos, de manera que los grupos obtenidos fueran significativamente distintos. El dendrograma obtenido del análisis de conglomerados de casos jerárquico se realizó por el método de Ward tomando la distancia euclídea al cuadrado sobre las puntuaciones factoriales. Dicho método fue utilizado debido a la ventaja de la obtención de conglomerados más compactos y de similares tamaños así como por la minimización de la pérdida de información durante el proceso de formación de los grupos (Hair *et al.*, 1999). Este dendrograma permitió obtener grupos diferentes que representan las diferentes estructuras de hayedos. Cada grupo se caracterizó con la ayuda de los estadísticos descriptivos de las variables originales y posteriormente se procedió a la evaluación de la tipología en su conjunto.

Como herramienta de validación se procedió a la realización de análisis discriminante calculando las fun-

ciones de clasificación a partir de las variables de la Tabla 1. En una primera fase se estimó la validación sobre una muestra aleatoria del 90% de las parcelas (n = 613) comprobando la bondad del modelo sobre el 10% separado al efecto. Posteriormente se procedió a la realización del análisis discriminante sobre el 100% de las parcelas (n = 687) evaluándose éstas mediante validación cruzada.

Con el objeto de estudiar la influencia de las condiciones ecológicas de la estación forestal en los tipos de masa se analizó la heterogeneidad estructural de los distintos grupos tipológicos obtenidos con las regiones de procedencia del haya en la Cordillera Cantábrica (Agúndez *et al.*, 1995). Las regiones de procedencia para los hayedos cantábricos son cuatro: Región de procedencia 2: Cordillera Cantábrica occidental; Región de procedencia 3: Cordillera Cantábrica meridional; Región de procedencia 4: Litoral Astur-Cantábrico; Región de procedencia 5: Cordillera Cantábrica oriental, con la distribución que se ilustra en la Figura 1. La delimitación de estas Regiones se basa con gran preponderancia en condiciones climáticas y en el aislamiento geográfico. Por esta razón se procedió a examinar comparativamente los grupos tipológicos obtenidos con la casificación biogeoclimática peninsular y balear realizada por Elena (1997) que añadía el factor fisiografía como información activa de elevado peso. Según esta clasificación, los hayedos cantábricos se distribuyen dentro de las dos primeras Ecorregiones: Ecorregión 1: Galaico-Cantábrica; Ecorregión 2: Duriense. Las 21 clases territoriales presentes en la zona se agruparon en cinco unidades biogeoclimáticas según la proximidad de las clases originales (Tabla 2). Con carácter restrictivo para la

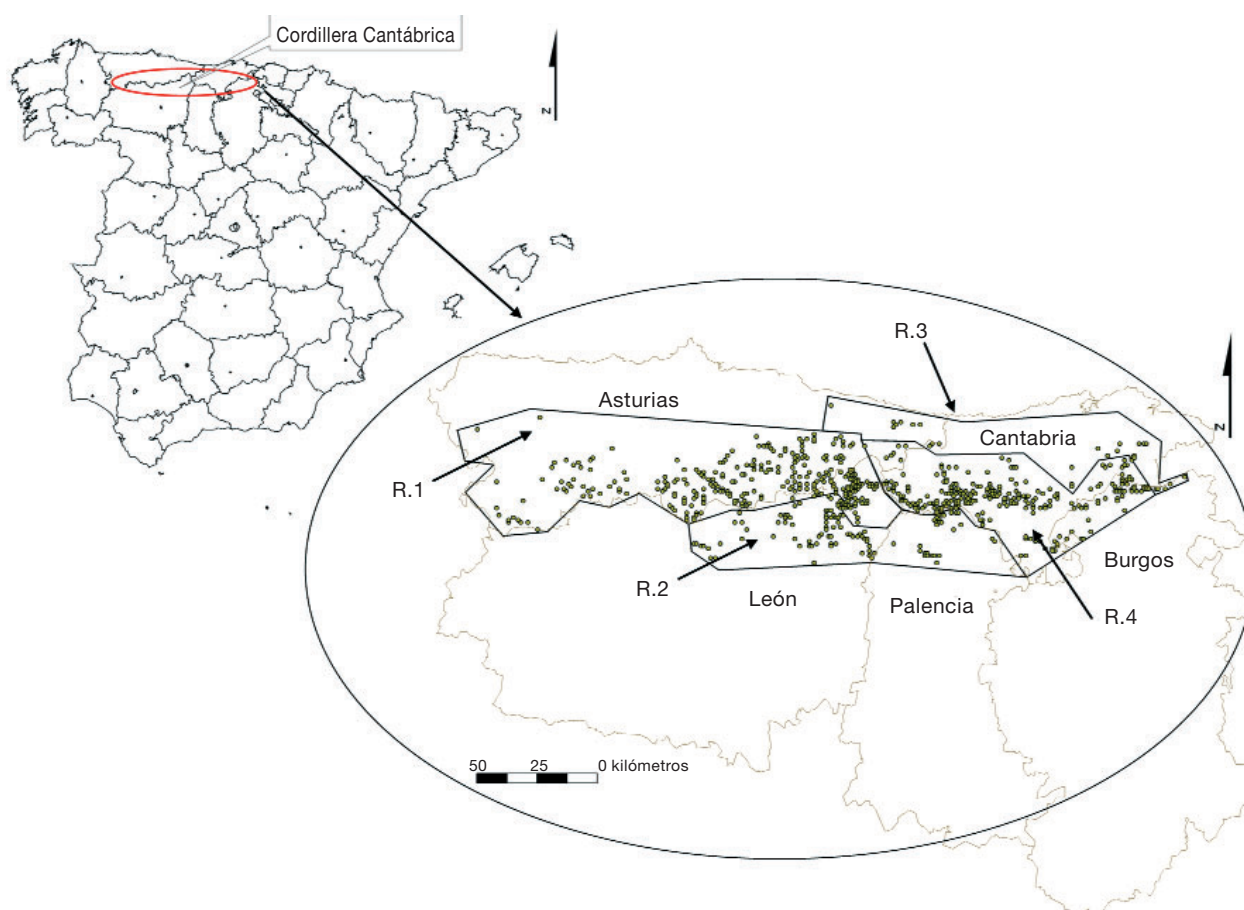


Figura 1. Zona de estudio, distribución de las parcelas IFN empleadas y localización de las Regiones de procedencia de los hayedos cantábricos (Agúndez *et al.*, 1995). R.1: Cordillera Cantábrica occidental. R.2: Cordillera Cantábrica Meridional. R.3: Litoral Astur-Cantábrico. R.4: Cordillera Cantábrica oriental.

especie dentro de dichas Ecorregiones se pasó a la confrontación con las áreas potenciales fisiográfico-climáticas de los hayedos en España (Sánchez Palomares *et al.*, 2004).

También se incluyó el análisis comparativo de la tipología con las divisiones administrativas para estudiar una posible relación con la gestión actual y la historia a nivel provincial y autonómico.

Tabla 2. Reclasificación de las clases territoriales (en el texto, regiones biogeoclimáticas) definidas por Elena (1997)

| Reclasificación (región biogeoclimática) | Ecorregiones | Clases territoriales | % en zona de estudio |
|---|-------------------------------------|--|-------------------------|
| Región biogeoclimática 1 | Ecorregión 1: Galaico-Cantábrica | De la 103 a la 107 y la clase territorial 111 | 5 |
| Región biogeoclimática 2 | Ecorregión 1: Galaico-Cantábrica | De la clase 118 a la 120, de la 123 a la 124 y las clases 127 y 128 | 28 |
| Región biogeoclimática 3 | Ecorregión 1: Galaico-Cantábrica | Clase 130 | 13 |
| Región biogeoclimática 4 | Ecorregión 1: Galaico-Cantábrica | Clase 132 (la más representativa de la zona de estudio) y 131 (apenas representada) | 42 |
| Región biogeoclimática 5 | Ecorregión 2: Duriense | Clases 232, 235, 237, 238 (principalmente) y 239 | 12 |

Finalmente se contrastaron para cada grupo las variables fisiográficas y edáficas aportadas por el IFN3.

Todos estos análisis consistieron en la realización de la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis y la elaboración de las distintas tablas de contingencia.

Resultados

La distribución de las masas en las que el haya es especie principal según la definición de Madrigal (1994) queda representada de la siguiente manera en la zona de estudio a partir de los datos del Tercer Inventario Forestal Nacional: el 34% de las parcelas estudiadas se encuentran en Asturias, el 32% en Cantabria, el 22% en León, el 7% en Burgos y el 5% restantes en Palencia (Fig. 1).

El análisis factorial agrupó las nueve variables dasométricas seleccionadas para el estudio tipológico en tres ejes que absorben el 75,3% de la variabilidad total (Tabla 3). El primer eje representa el 38,3% y está altamente vinculado con la distribución diamétrica de las masas. El segundo eje explica el 25,6% y hace referencia a la densidad de la masa, observándose una mayor presencia de pies finos según aumenta el número de pies por hectárea. Finalmente, el tercer eje absorbe el 11,4% de la variabilidad total, presentando una fuerte saturación con la variable relacionada con la diversidad específica del hayedo.

Tabla 3. Principales factores obtenidos en el ACP (método de extracción: componentes principales; criterio de extracción: autovalores > 1; criterio de rotación: Varimax normalizado) sobre nueve variables dasométricas y 687 parcelas IFN donde más del 50% del área basimétrica total de las parcelas pertenece a haya

| Variable | Factor 1 | Factor 2 | Factor 3 |
|----------------------|----------|----------|----------|
| N | -0,4 | 0,8 | 0,1 |
| Dg | 0,8 | -0,5 | 0,0 |
| D ₀ | 0,8 | -0,0 | -0,0 |
| AB | 0,2 | 0,9 | 0,1 |
| H ₀ | 0,8 | 0,4 | 0,0 |
| H | 0,9 | 0,1 | 0,2 |
| N _{mezcla} | 0,1 | 0,0 | 1,0 |
| Fccarbolado | 0,0 | 0,8 | -0,1 |
| MF | -0,6 | 0,4 | -0,4 |
| % varianza | 38,3 | 25,6 | 11,4 |
| % varianza acumulada | 38,3 | 63,8 | 75,3 |

Acrónimos en Tabla 1.

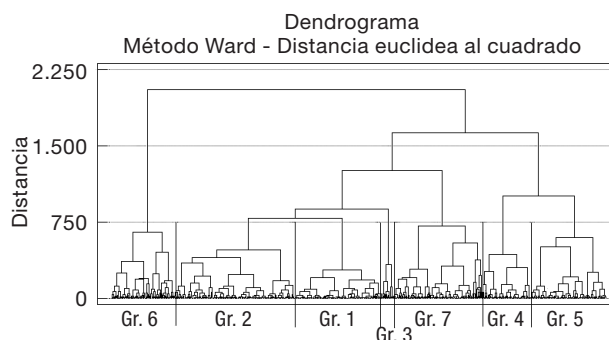


Figura 2. Dendrograma de clasificación de los hayedos de la Cordillera Cantábrica a partir de tres factores derivados del ACP sobre 9 variables dasométricas de 687 parcelas del IFN. Gr.: grupo.

Analizando el dendrograma de clasificación (Fig. 2) del análisis de conglomerados se identificaron siete grupos diferentes. La obtención de los estadísticos descriptivos para cada uno de los grupos (Tabla 4) permitió la descripción de éstos.

Los grupos 1, 2 y 3 aparecen en una rama del dendrograma. Se trata de tres grupos de masas puras que presentan los mayores porcentajes de pies clasificados como de madera fina, donde la densidad (N, en pies/ha) diferencia la pertenencia a uno u otro grupo (Tabla 4), y que correspondería con distintos grados de evolución y desarrollo de las masas. Las distribuciones diamétricas (Tabla 4) indican en los tres casos una mayor preponderancia de pies correspondiente a clases diamétricas definidas como madera fina (MF) y madera media (MM). El tipo de masa más joven es el pequeño grupo 3 (2,18% de las parcelas), definiéndolo como latizal bajo que muestra una elevada densidad de pies (N=4.082,60 pies/ha de media) con más del 50% de éstos clasificados como madera fina. A continuación en estado de desarrollo, se identificaría al grupo 1 (9,76% de las parcelas), descrito como latizal y que presenta espesura incompleta. El grupo 2 (24,46 % de las parcelas) es el más numeroso, y quedaría definido como alto latizal o fustal bajo. Para completar esta rama del dendrograma aparece el grupo 7 (17,90% de las parcelas), que son las masas más puras en estado de fustal.

Otra rama del dendrograma corresponde a las masas de mayor diversidad específica, grupos 4 y 5. Mientras que en el grupo 4, el haya sólo tiene una representación algo superior al 33% en densidad, aun representando más del 50% del área basimétrica total, en el grupo 5 llega casi hasta el 80% en densidad (Tabla 4). El grupo 4, con el 12,37% de las parcelas de estudio, son masas mixtas de baja densidad y cobertura incompleta que

Tabla 4. Media (desviación típica) [cuartil inferior-cuartil superior] de las variables dasométricas originales empleadas para la obtención de la tipología de los hayedos de la Cordillera Cantábrica, según los siete grupos definidos

| | Total | Grupo 1 | Grupo 2 | Grupo 3 | Grupo 4 | Grupo 5 | Grupo 6 | Grupo 7 |
|----------------|----------------------------|---------------------------------|------------------------------------|---|-------------------------------|-------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|
| Fcc | 72,7 (21,1) [60-90] | 55,6 (20,5) [35-70] | 82,4 (10,9) [75-90] | 91,67 (5,6) [90-95] | 68,7 (19,3) [55-85] | 77,3 (14,8) [70-90] | 47,4 (22,9) [25-65] | 86,3 (8,6) [80-90] |
| N | 687,2 (763,1) [226-891] | 514,3 (354,5) [297-720] | 1.162,2 (607,9) [706,5-1.516,0] | 4.082,6 (1.383,6) [2.700-5.057] | 471,2 (405,2) [164-656] | 361,3 (354,5) [148-461] | 130,2 (141,0) [15-226] | 673,9 (278,3) [468-853] |
| Dg | 30,0 (16,2) [19-36] | 18,8 (5,3) [15-23] | 19,6 (4,4) [17-22] | 16,5 (4,4) [12-21] | 26,7 (10,1) [19-33] | 42,9 (19,5) [31-49] | 46,4 (18,5) [32-57] | 27,0 (4,5) [24-30] |
| D ₀ | 41,7 (13,6) [33-48] | 26,1 (7,0) [21-31] | 35,8 (7,4) [31-41] | 41,5 (13,7) [30-56] | 36,5 (9,7) [30-42] | 53,7 (14,5) [47-57] | 49,1 (15,9) [39-55] | 43,7 (6,0) [40-47] |
| H | 12,6 (4,0) [10-15] | 8,1 (1,8) [7-10] | 10,4 (2,0) [9-12] | 11,8 (3,2) [9-14] | 10,1 (2,4) [9-11] | 17,3 (4,1) [14-20] | 13,7 (3,1) [11-15] | 14,1 (2,1) [13-15] |
| H ₀ | 16,0 (4,5) [13-19] | 9,7 (2,3) [8-11] | 14,6 (2,7) [13-16] | 15,7 (5,4) [9-19] | 14,2 (3,9) [12-17] | 21,0 (3,4) [18-24] | 14,8 (2,9) [13-16] | 18,9 (2,7) [17-21] |
| AB | 26,6 (15,7) [16-35] | 12,3 (6,9) [7-16] | 30,8 (10,6) [24-36] | 78,6 (20,5) [62-90] | 18,2 (10,4) [11-23] | 32,1 (11,9) [25-39] | 12,1 (9,1) [4-18] | 35,3 (8,5) [30-41] |
| % haya | 84,5 (24,4) [77-100] | 92,2 (13,7) [91-100] | 92,8 (11,0) [89-100] | 91,7 (8,9) [84-100] | 33,1 (19,1) [19-44] | 79,4 (20,7) [64-100] | 97,4 (7,1) [100-100] | 97,5 (4,4) [96-100] |
| MF | 24,2 (26,5) [0-44,3] | 35,5 (33,3) [0-67,51] | 40,1 (20,7) [23,6-53,9] | 55,4 (21,5) [37,7-73,7] | 39,2 (30,4) [0-63,3] | 7,9 (17,2) [0-0] | 1,4 (6,4) [0-0] | 17,9 (17,1) [0-29] |
| MM | 30,9 (21,8) [13,8-45,8] | 43,4 (26,5) [20-62,8] | 39,3 (17,4) [27,0-51,4] | 31,0 (11,2) [22,0-44,1] | 29,5 (22,1) [13,0-40,1] | 21,7 (18,6) [0-34,9] | 16,1 (22,2) [0-35,6] | 35,9 (16,5) [24,5-48,5] |
| MG | 27,6 (21,2) [9,9-40,9] | 19,2 (22,2) [3,9-27,1] | 17,9 (12,2) [8,7-25,7] | 11,9 (12,8) [1,4-22,3] | 19,62 (18,55) [5,54-27,14] | 36,0 (18,9) [23,4-50,8] | 34,1 (28,4) [0-56,1] | 39,0 (16,2) [26,7-48,3] |
| MMG | 17,3 (26,7) [1,6-19,6] | 1,9 (2,6) [0-2,7] | 2,8 (3,9) [0,5-3,7] | 1,8 (2,3) [0-3,3] | 11,73 (15,52) [2,69-14,99] | 34,4 (27,8) [12,1-47,1] | 48,4 (38,7) [12,9-100] | 7,2 (5,9) [3,0-9,7] |

Acrónimos en Tabla 1. Fcc: Fcc arbolada. % haya: Nmezcla. MM: % madera media. MG: % madera gruesa. MMG: % madera muy gruesa. En negrita, valores característicos y utilizados para describir los tipos de masa.

facilita la entrada en la masa de especies más heliófilas que el haya como *Quercus* sps. y *Sorbus* sps. El grupo 5 incluye un 17,90% de las parcelas. Este tipo de masa presenta una de las densidades más bajas encontradas, menor que en el grupo 4 anteriormente descrito, lo que da oportunidad a otras especies a compartir el espacio. No obstante, el haya en este grupo 5 es dominante en densidad debido a la presencia de abundantes pies de grandes dimensiones, con grandes copas que crean un dosel más cerrado que en el caso del grupo 4.

El último tipo de masa por describir es el grupo 6 definido como masas puras silvopastorales que representa un 15,43% de las parcelas. Queda separado del resto de los grupos (Fig. 2) con la densidad media menor (N = 130 pies/ha) y con una elevada representación de maderas muy gruesas (Tabla 4).

El análisis discriminante permite validar los hayedos cantábricos con una fiabilidad del 80,6% sobre una

muestra aleatoria separada al efecto (87,5% en validación cruzada).

En la comparación entre los tipos estructurales de masa obtenidos con las regiones de procedencia del haya en la Cordillera Cantábrica (Agúndez *et al.*, 1995), las diferencias se encuentran en dos casos. Primero, entre la Región Meridional con respecto a todas las demás (KW = 39,41 - P-Valor < 0,00001), debido al predominio de masas jóvenes en la Región Meridional. Segundo, entre la Región Occidental y la Oriental (KW = 7,41 - P-Valor < 0,01) debido principalmente a la existencia del grupo 3 con representación casi exclusiva en la Región Oriental. En relación a la clasificación biogeoclimática no se encontraron diferencias entre las clases territoriales (Tabla 5), pero sí a nivel de Ecorregiones, es decir, que en relación a la clasificación biogeoclimática de Elena (1997), existe una marcada diferencia entre los tipos de hayedos que apa-

Tabla 5. Tabla de contingencia de los distintos grupos de hayedos definidos según las cinco unidades biogeoclimáticas en las que se han agrupado las 21 clases territoriales presentes en la zona de estudio

| Grupo | | Clase | Clase | Clase | Clase | Clase | Parcelas |
|------------------|-------------|-------|--------|-------|-------|-------|----------|
| 1 | Nº parcelas | 1 | 12 | 11 | 25 | 18 | 67 |
| | % columna | 2,9% | 6,3% | 12,2% | 8,5% | 22,5% | |
| | % fila | 1,5% | 17,9% | 16,4% | 37,3% | 26,9% | |
| | % total | 0,2% | 1,8% | 1,6% | 3,6% | 2,6% | 9,8% |
| 2 | Nº parcelas | 4 | 30 | 7 | 88 | 39 | 168 |
| | % columna | 11,8% | 15,8% | 7,8% | 30,0% | 48,8% | |
| | % fila | 2,4% | 17,9% | 4,2% | 52,4% | 23,2% | |
| | % total | 0,6% | 4,4% | 1,0% | 12,8% | 5,7% | 24,5% |
| 3 | Nº parcelas | 0 | 15 | 0 | 0 | 0 | 15 |
| | % columna | 0,0% | 7,9% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | |
| | % fila | 0,0% | 100,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | |
| | % total | 0,0% | 2,2% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 2,2% |
| 4 | Nº parcelas | 7 | 38 | 14 | 21 | 5 | 85 |
| | % columna | 20,6% | 20,0% | 15,6% | 7,2% | 6,3% | |
| | % fila | 8,2% | 44,7% | 16,5% | 24,7% | 5,9% | |
| | % total | 1,0% | 5,5% | 2,0% | 3,1% | 0,7% | 12,3% |
| 5 | Nº parcelas | 9 | 52 | 25 | 34 | 3 | 123 |
| | % columna | 26,5% | 27,4% | 27,8% | 11,6% | 3,8% | |
| | % fila | 7,3% | 42,3% | 20,3% | 27,6% | 2,4% | |
| | % total | 1,3% | 7,6% | 3,6% | 5,0% | 0,4% | 17,9% |
| 6 | Nº parcelas | 12 | 25 | 22 | 40 | 7 | 106 |
| | % columna | 35,3% | 13,2% | 24,4% | 13,7% | 8,8% | |
| | % fila | 11,3% | 23,6% | 20,8% | 37,7% | 6,6% | |
| | % total | 1,8% | 3,6% | 3,2% | 5,8% | 1,0% | 15,4% |
| 7 | Nº parcelas | 1 | 18 | 11 | 85 | 8 | 123 |
| | % columna | 2,9% | 9,5% | 12,2% | 29,0% | 10,0% | |
| | % fila | 0,8% | 14,6% | 8,9% | 69,1% | 6,5% | |
| | % total | 0,1% | 2,6% | 1,6% | 12,4% | 1,2% | 17,9% |
| Todos los grupos | Nº parcelas | 34 | 190 | 90 | 293 | 80 | 687 |
| | % total | 5,0% | 27,7% | 13,1% | 42,7% | 11,6% | |

recen en la ecorregión Galaico-Cantábrica y los de la ecorregión Duriense ($KW = 35,33$ - P-Valor $< 0,00001$) pero no entre clases territoriales o las regiones definidas (Tabla 2). Esta diferencia también está marcada por la abundancia de masas jóvenes en la ecorregión Duriense frente a un mayor porcentaje de masas adultas en la Galaico-Cantábrica. En relación a la potencialidad de hábitat de los hayedos cantábricos (Sánchez Palomares *et al.*, 2004) la diferencia que se encontró fue exclusivamente entre los hayedos de la clase 1, definida como de potencialidad óptima, y el resto de clases inferiores ($KW = 24,91$ - P-Valor $< 0,0001$). En las zonas de potencialidad óptima para el haya se encuentra una mayor presencia de hayedos en estado de desarrollo avanzado. La comparación de

las tipologías de hayedos entre divisiones administrativas mostró una clara diferencia entre los hayedos de Castilla y León y los de Asturias y Cantabria ($KW = 33,35$ - P-Valor $< 0,00001$), pero no entre los tipos situados en estas últimas comunidades autónomas. Esta diferencia es similar a nivel provincial ($KW = 35,68$ - P-Valor $< 0,00001$) pero no entre cada una de las provincias de Castilla y León. De nuevo la diferenciación reside en una mayor abundancia de masas jóvenes en Castilla y León. Finalmente, en el análisis de las variables ecológicas facilitadas por el IFN3 se encontraron diferencias significativas únicamente en relación a la pendiente y la pedregosidad. Con respecto a la pendiente ($KW = 14,59$ - P-Valor = 0,048) la significación no es muy amplia y reside exclusiva-

mente en que el grupo definido como latizal bajo de elevada densidad se presenta a menor pendiente que el resto de los grupos. Referente a la pedregosidad ($KW = 16,69$ - $P\text{-Valor} < 0,0005$) la diferenciación es más evidente mostrándose una mayor pedregosidad en los latizales, principalmente en los más jóvenes.

Discusión

La clasificación selvícola de los hayedos cantábricos llevada a cabo en este trabajo muestra más de un 80% de fiabilidad, comprobado a través del análisis discriminante, lo que manifiesta una buena representación de toda la diversidad estructural que pueden presentar las masas de *Fagus sylvatica* en la Cordillera Cantábrica. Las variables dasométricas que marcan en mayor medida esta tipología de hayedos son las siguientes: la distribución diamétrica, la densidad de la masa y el carácter puro o mixto que presente el haya, quedando definidos siete tipos de masas diferentes estructuralmente. Esta tipología de hayedos presenta similitudes con la tipología de hayedos en Pirineos desarrollada por Chollet y Kuus (1998) donde las variables selvícolas que mejor definían a los hayedos pirenaicos eran también la distribución diamétrica y la diversidad específica, esta clasificación distingue 17 tipos de masas para los hayedos en Pirineos. Esta mayor tipificación se debe en parte a una superior presencia de masas en estado de desarrollo avanzado que dio lugar a la diferenciación de 10 tipos de fustales en los hayedos pirenaicos.

Los hayedos cantábricos indican una estructura forestal influenciada por la distribución geográfica de distintos fenómenos abióticos y bióticos (naturales y humanos). Sobre el soporte natural y con el paso de tiempo, los factores antrópicos van modelando el paisaje tal y como lo observamos (Elena Roselló, 2004), de manera que dependiendo de este uso humano las estructuras forestales difieren. Los bosques de haya han sido aprovechados intensamente tanto por el uso para leñas y carbón como por el pastoreo extensivo y la agricultura de subsistencia (Urrestarazu *et al.*, 1992), modificando las estructuras de las masas para llegar a monte bajo (Madrigal *et al.*, 1992). Este elevado aprovechamiento queda de manifiesto en la presente tipología con una representación de masas silvopastorales muy independiente (grupo 6) y un grupo que podría representar posibles antiguas dehesas (grupo 5), y por otro lado masas en estado de

latizal (grupos 1, 2 y 3) propias de un pretérito uso para leñas.

En cuanto a aspectos autoecológicos del haya, según los grupos definidos parece manifestarse claramente su carácter monoespecífico, describiéndose tan sólo dos grupos como mixtos con una representación del 30,27% sobre el total de las parcelas de estudio. Este hecho coincide con lo descrito por otros autores sobre la preferencia del haya a formar masas monoespecíficas (Costa *et al.*, 1997). La tendencia de los hayedos al cierre del dosel (Rozas, 2001) crean este ambiente nemoral sombrío bajo sus copas al que muy pocas especies están especializadas dando lugar a elevadas espesuras en la mayoría de los tipos de masa definidos (Tabla 4).

Los tipos de masa en hayedos varían entre grupos como el latizal bajo, con la mayor presencia de madera fina ($MF = 55,35\%$) y elevada densidad ($N = 4.082,6$ pies/ha), y las masas silvopastorales, caracterizadas por presentar los menores valores en densidad ($N = 130$ pies/ha) y la escasa representación de la clase diamétrica inferior ($MF = 1,37\%$). Esta relación entre densidad y la presencia de maderas finas ya había sido citada por Rozas (2001). Dichos latizales, que corresponden al grupo 3 de nuestra tipología (Tabla 4), podrían además estar relacionados con un elevado uso humano debido a la significativa menor pendiente en la que se asientan, lo que facilitaría su aprovechamiento.

Los tipos de masa de los hayedos cantábricos no son independientes de las condiciones ecológicas ni de las divisiones administrativas. En una primera aproximación, y comparando los tipos de masa con las regiones de procedencia (Agúndez *et al.*, 1995), la correspondiente a la Cordillera Cantábrica meridional es significativamente diferente a las demás regiones lo que coincide con las conclusiones de otros autores (Comps *et al.*, 1993). En esta Región se presentan las condiciones climáticas más xéricas del eje cántabro en las que los hayedos se asientan sobre materiales de naturaleza variada con alta pedregosidad donde los árboles no pueden alcanzar grandes desarrollos (Agúndez *et al.*, 1995). Reflejo de esto es la representación de cerca del 70% de los hayedos aquí presentes en estado de latizales lo que coincide a su vez con la relación obtenida entre pedregosidad y masas jóvenes. Esta situación estaría asociada al tradicional aprovechamiento de leñas que han tenido estas masas, las que son por lo general montes bajos (Agúndez *et al.*, 1995). Esta forma fundamental de masa da lugar a la abundancia de masas jóvenes con altas densidades en las que la pro-

gresión a estadios más avanzados de desarrollo se ve dificultada por esta excesiva espesura. La escasa representación de masas abiertas con pies de grandes dimensiones o masas silvopastorales podría ser debida a que en esta vertiente sur de la Cordillera Cantábrica eran las masas de roble albar y especies hibridogéneas del género *Quercus* (Díaz-Fernández *et al.*, 1995) las principales formaciones boscosas con importante aprovechamiento ganadero y son precisamente sobre las masas que forman estas especies donde se encuentran actualmente la mayoría de las estructuras silvopastorales (Reque, 2004). En la vertiente norte de la Cordillera Cantábrica, con importante influencia atlántica, el aprovechamiento maderero, ejecutado principalmente mediante entresaca por huroneo de los mejores pies, y el uso silvopastoral en hayedos ha predominado frente a la leña (Agúndez *et al.*, 1995). Es en esta vertiente donde se presentan la mayoría de los fustales y las masas silvopastorales estudiadas. Otra característica que diferencia la Región Meridional es que no hay significativa presencia de los grupos descritos como mixtos (sólo un 8,25% de los hayedos meridionales pertenecen a dichos grupos). Las altas densidades que se representan en la zona apenas permiten la regeneración de otras especies debido al cierre del dosel que desarrollan, evitando además una posible sustitución o mezcla de *F. sylvatica* con otras especies (Rozas, 2001).

En las Regiones Occidental y Oriental, ambas en la vertiente septentrional de la Cordillera Cantábrica, se encuentran la mayoría de las masas descritas como mixtas (casi el 90% de éstas) y silvopastorales (algo más del 80%), muy asociadas con el mencionado aprovechamiento ganadero. Las masas silvopastorales son creadas y mantenidas gracias al ganado (San Miguel *et al.*, 2002); asimismo, la presencia de masas mixtas podría estar unida al uso del fuego para la creación o mejora de pastos herbáceos, facilitando la entrada de otras especies más heliófilas que el haya con las que ahora forma estas masas mixtas (especies de *Quercus*, principalmente). Estas masas mixtas son más abundantes en la Región Occidental, de suelos más ácidos en los que es frecuente que aparezcan pies de roble albar, abedul, cerezo silvestre, avellano y acebo (Agúndez *et al.*, 1995).

La zona litoral, de características climáticas suaves durante todo el año, está representada en su mayoría por las masas menos densas y con importante presencia de madera gruesa (en torno al 70% del total de los hayedos de esta zona). Esta distribución podría estar

asociada al uso para construcción de navíos que dio el Cuerpo de la Marina a todos los montes situados cerca del litoral (Agúndez *et al.*, 1995) dando lugar a numerosas masas trasmochadas en la zona, principalmente hayedos. El descabezado de los árboles era un recurso que tenían los propietarios de los montes para evitar el señalamiento de los pies por parte de los Visitadores de la Marina compatible con fines silvopastorales y aprovechamiento para leñas de uso doméstico. Cabe también destacar el uso de los trasmochos por parte de la Marina como fuente de suministro de leñas para la carpintería naval de los astilleros y su explotación para la obtención de carbón vegetal con el fin de abastecer a numerosas ferrerías que se instalaron en la zona (Aedo *et al.*, 1990). Las estructuras abiertas de estos hayedos han sido mantenidas por un posible continuo sobrepastoreo (Urrestarazu *et al.*, 1992).

Los tipos de hayedos definidos tampoco se distribuyen de forma homogénea entre las ecorregiones biogeoclimáticas definidas por Elena (1997). La principal diferencia reside en la elevada presencia de masas puras jóvenes en la ecorregión Duriense frente a la práctica totalidad de las masas adultas, puras o mixtas, en la ecorregión Galaico-Cantábrica (Tabla 5), lo que podría poner de manifiesto el distinto uso que ha hecho el hombre en estas masas. Las distintas condiciones ecológicas de cada Ecorregión, marcadas principalmente por el clima, la fisiografía y la geología, influyen en los posibles usos antrópicos de los sistemas forestales presentes. Según los resultados obtenidos en el presente trabajo, sólo se encontraron diferencias en el primer nivel, nivel de Ecorregión, donde la clasificación se fundamenta principalmente en variables climáticas. En la vertiente norte (ecorregión Galaico-Cantábrica) las condiciones climáticas son más húmedas y por lo general son más favorables para el haya. Esta Ecorregión presenta un mayor porcentaje de masas en estado de fustal, probablemente asociado a usos madereros y al aprovechamiento ganadero. La ecorregión Duriense, localizada en la vertiente sur y de influencia continental, con notable representación de masas menos desarrolladas, los latizales, son masas donde el principal aprovechamiento humano ha sido la obtención de leñas. Este aprovechamiento ha dado lugar a una importante regeneración del haya en forma de chirpial y a la dificultad del desarrollo de las masas a estado de fustal. Esta única diferenciación a nivel de Ecorregión podría deberse a que desde el punto de vista fisiográfico, los hayedos cantábricos se encuentran en pendientes y co-

tas muy similares, a la par que diversas, y por lo general siempre en localizaciones de umbría. En relación al estudio de las variables litológicas incluidas en el IFN3 tampoco se encontraron diferencias entre las masas de haya estudiadas, siendo además este factor de escasa relevancia en la clasificación biogeoclimática.

Con respecto a las áreas potenciales de los hayedos cantábricos derivados de los estudios autoecológicos de Sánchez Palomares y colaboradores (2004), se observa que las masas mixtas adultas, las masas silvopastorales y los fustales puros se encuentran en las zonas óptimas para el haya, siendo estos tipos menos frecuentes en otras estaciones forestales. Es decir, en zonas con índice de potencialidad más elevado encontramos hayedos en buen estado de desarrollo con uso prioritario maderero y aprovechamiento menos intenso. En las zonas con menor índice de potencialidad los hayedos muestran estadíos menos desarrollados con uso preferente de leñas y abundancia de monte bajo denso y monoespecífico.

Con relación a los límites provinciales y autonómicos, las diferencias que se encontraron entre los tipos estructurales de hayedos presentes en Asturias y Cantabria por un lado y Castilla y León por otro, es reflejo también de las distintas condiciones ecológicas y de gestión que existen en las dos administraciones. El efecto directo e independiente de la gestión se muestra a través de la clasificación de las parcelas de Burgos, todas ellas en la misma estación ecológica de hayedos de Cantabria (Agúndez *et al.*, 1995; Gandullo *et al.*, 2004). Los tipos de masas burgaleses son similares a los de otras provincias de Castilla y León y diferentes a los tipos de Cantabria, de la misma unidad biogeoclimática, lo que vuelve a indicar la gran importancia del uso histórico en la definición de grupos estructurales.

Conclusiones

La tipología de hayedos definida en el presente trabajo muestra un alto porcentaje de fiabilidad demostrando que estas masas de hayas representan las diferentes estructuras de los hayedos cantábricos. Esta tipología ha sido obtenida mediante técnicas multivariantes estableciendo siete tipos de hayedos cantábricos estructuralmente diferentes, donde dos grupos son masas mixtas y cinco corresponden a masas monoespecíficas. Estas masas están asociadas principalmente al aprovechamiento histórico que se les ha dado, mo-

tivada por las distintas situaciones ecológicas y las distintas necesidades humanas cubiertas por los sistemas forestales en cada zona. La obtención de leñas como uso histórico principal de los hayedos da lugar mayoritariamente a masas en forma de monte bajo joven, denso y monoespecífico, predominantes en la vertiente sur de la Cordillera Cantábrica. Los usos ganaderos prioritarios del hayedo se han asociado a los tipos actuales de masas silvopastorales o de masas mixtas, ambos predominantes en la vertiente norte. En esta vertiente también prevalecen aquellas masas que presentan las etapas de desarrollo del hayedo más evolucionadas en las que el principal uso ha sido el aprovechamiento maderero selectivo de los mejores pies. La mayor presencia de masas mixtas de espesura incompleta en Asturias frente a Cantabria a pesar de la similitud ecológica, podría explicarse por un posible mayor uso histórico del fuego en Asturias.

Los diferentes condicionantes ambientales fueron la base para el establecimiento de las clasificaciones ecológicas utilizadas en el presente trabajo. En este sentido, se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre las clasificaciones territoriales multifactoriales y las respuestas forestales. En la misma línea que otros autores se puede concluir que la heterogeneidad estructural de los hayedos cantábricos se ha visto determinada por factores de carácter natural y de carácter antrópico, siendo el clima el factor de carácter natural que ha resultado más influyente.

Agradecimientos

Los autores agradecen sinceramente al Dr. Sánchez Palomares su ayuda y los datos facilitados referentes a las áreas potenciales del haya en el área objeto de estudio. M. Gómez-Manzanedo disfruta de una beca de doctorado dentro del Convenio Específico de Colaboración entre el Departamento de Medio Ambiente de la Junta de Castilla y León y la Universidad de Valladolid.

Referencias bibliográficas

- AEDO C., DIEGO LIAÑO C., GARCÍA CODRON J.C., MORENO G., 1990. El bosque en Cantabria. Servicio de Publicaciones de la Universidad de Cantabria-Asamblea Regional, Santander, España. 286 pp.
- AGÚNDEZ LEAL D., MARTÍN ALBERTOS S., DE MIGUEL Y DEL ÁNGEL J., GALERA PERAL R.M.,

- JIMÉNEZ SANCHO M.P., M. DÍAZ-FERNÁNDEZ P. (eds), 1995. Las regiones de procedencia de *Fagus sylvatica* L. en España. ICONA, Madrid, España. 51 pp.
- AUBURY S., BRUCIAMACCHIE M., DRUELLE P., 1990. L'inventaire typologique: un outil performant pour l'elaboration des aménagements ou plans simples de gestion. *Revue Forestière Française* XLII(4), 429-444.
- AUNÓS A., MARTINEZ E., BLANCO R., 2007. Tipología selvícola para los abetales españoles de *Abies alba* Mill. *Invest Agrar: Sist Recur For* 16(1), 52-64.
- BISQUERRA R., 1989a. Análisis multivariable. Vol I. PPU. Barcelona, España. 397 pp.
- BISQUERRA R., 1989b. Análisis multivariable. Vol II. PPU. Barcelona, España. 808 pp.
- BLANCO J.C., 2001. El hábitat del lobo: la importancia de los aspectos ecológicos y socioeconómicos. En: Conservación de la biodiversidad y gestión forestal. Su aplicación a la fauna vertebrada. Ed Universitat de Barcelona, Barcelona, España. pp. 415-432.
- BRAVO F., RIVAS J.C., MONREAL J.A., ORDÓÑEZ C., 2002. BASIFOR 2.0: aplicación informática para el manejo de las Bases de datos del Inventario Forestal Nacional. Departamento de Producción Vegetal y Silvopascicultura, Universidad de Valladolid.
- BRUCIAMACCHIE M., 2001. Les typologies de peuplements, 20 ans après. *Revue Forestière Française* 53, 3-43-4, 449-458.
- CANUT J., 2001. Gallináceas de montaña (perdiz pardilla, lagópodo alpino y urogallo) y gestión forestal. En: Conservación de la biodiversidad y gestión forestal. Edicions Universitat de Barcelona-CTF, Barcelona, España. pp. 291-306.
- CHAUVIN C., RENAUD J., RUPÉ C., 1994. Stabilité et gestion des forêts de protection. ONF-Bulletin technique 27, 37-52.
- CHOLLET F., KUUS L., 1998. La typologie des hêtraies pyrénéennes. *Revue Forestière Française* L(2), 112-123.
- CLEVENGER A.P., PURROY F.J., PELTON M.R., 1992. Movement and activity patterns of an European brown bear in the Cantabrian Mountains, Spain. *Int Conf Bear Res and Management* 8, 205-211.
- COMPS B., DEMESURE B., BARRIÈRE G., THIEBAUT B., 1993. Research on genetic variations of European beech stand (*Fagus sylvatica* L.). pp. 145-156. In: The scientific basis for the evaluation of the genetic resources of beech (Mush H., Wuehlisch G. von, eds). Proceedings of an EC workshop. Arhensburg, 1-2 july 1993, 267 pp.
- COSTA M., MORLA C., SAINZ H. (eds), 1997. Los bosques ibéricos. Editorial Planeta, SA, Barcelona, España. 597 pp.
- DE BELLEFEUILLE S., 2001. Le caribou forestier et la sylviculture, *Revue de littérature et synthèse de la recherche et de l'aménagement en cours au Québec*, Ministère des Ressources naturelles, Direction de l'environnement forestier, DEF-0190, Canadá. 78 pp.
- DGB, 2007. Tercer Inventario Forestal Nacional. Banco de Datos de la Naturaleza, Ministerio de Medio Ambiente, Madrid, España.
- DÍAZ-FERNÁNDEZ P., JIMÉNEZ P., MARTÍN S., TUERO DE M., GIL L., 1995. Regiones de procedencia, *Quercus robur* L., *Quercus petraea* (Matt.) Liebl., *Quercus humilis* Miller. ICONA, Madrid. 87 pp.
- ELENA R. (dir), 1997. Clasificación biogeoclimática de España peninsular y balear. MAPA, Madrid, España. 446 pp.
- ELENA ROSELLÓ R., 2004. Las clasificaciones biogeoclimáticas: modelos territoriales necesarios para los estudios ecológicos forestales. *Invest Agrar: Sist Recur For*, Fuera de serie, 63-74.
- FORMAN R.T.T., GODRÓN M., 1986. Landscape ecology. John Wiley & Sons, New York.
- GANDULLO J.M., BLANCO ANDRAY A., SÁNCHEZ PALOMARES O., RUBIO SÁNCHEZ A., ELENA ROSELLÓ R., GÓMEZ SANZ V., 2004. Las estaciones ecológicas de los hayedos españoles. Monografías INIA: Serie Forestal 8.
- GARCÍA DEL BARRIO J.M., BOLAÑOS F., ELENA-ROSELLÓ R., 2003. Clasificación de los paisajes rurales españoles según su composición espacial. *Invest Agrar: Sist Recur For* 12(3), 5-17.
- HAIR J.F., ANDERSON R.E., TATHAM R.L., BLACK W.C., 1999. Análisis multivariante. 5ª ed. Prentice Hall Iberia, Madrid, España. 832 pp.
- HERBERT I., REBEIROT F., 1985. Les futaies jardinées du Haut-Jura. *Revue Forestière Française* XXXVII(6), 465-481.
- LAYNA J.F., HEREDIA B., PALOMERO G., DOADRIO I., 2000. La conservación del oso pardo en Europa: un reto de cara al siglo XXI. Fundación Biodiversidad, Madrid, España. 205 pp.
- MADRIGAL A., PUERTAS F., MARTÍNEZ-MILLÁN F.J., 1992. Tablas de producción para *Fagus sylvatica* L. en Navarra. Serie Agraria 3. Departamento de Agricultura, Ganadería y Montes, Gobierno de Navarra, Pamplona. 122 pp.
- MADRIGAL A., 1994. Ordenación de montes arbolados. MAPA-ICONA: Colección Técnica. Madrid, España. 375 pp.
- MARTÍN S., DÍAZ-FERNÁNDEZ P., DE MIGUEL J., 1998. Regiones de procedencia de especies forestales españolas: género *Abies*, *Fagus*, *Pinus* y *Quercus*. OA Parques Nacionales, DGCN. 22 pp.
- MARTÍNEZ ATIENZA F., MORLA JUARISTI C., 1992. Aproximación a la paleocorología holocena de *Fagus* en la Península Ibérica a través de datos paleopolínicos. *Invest Agrar: Sist Recur For*, Fuera de Serie 1, 135-145.
- MERINO A., REAL C., ÁLVAREZ-GONZÁLEZ J.G., RODRÍGUEZ-GUTIÁN M.A., 2007. Forest structure and C stocks in natural *Fagus sylvatica* forest in southern Europe: the effects of past management. *For Ecol Manage* (2007). doi:10.1016/j.foreco.2007.05.016.
- MONTORI A., LLORENTE G., CARRETERO M., SANTOS X., 2001. La gestión forestal en relación con la herpetofauna. En: Conservación de la biodiversidad y gestión forestal. Edicions Universitat de Barcelona-CTF, Barcelona, España. pp. 251-289.
- NICOLÁS A., GANDULLO J.M., 1967. Ecología de los pinares españoles: *Pinus pinaster* Ait. IFIE, Madrid, España.

- ONAINDIA M., DOMÍNGUEZ I., ALBIZU I., GARBISU C., AMEZAGA I., 2004. Vegetation diversity and vertical structure as indicator of forest disturbance. For Ecol Manage 195, 341-354.
- PEÑALBA M.C., 1994. The history of the Holocene vegetation in northern Spain from pollen analysis. Journal of Ecology 82, 815-832.
- POLLO C.J., ROBLES L., BALLESTEROS F., OBESO J.R., 2005. El hábitat del urogallo en la Cordillera Cantábrica. En: Manual de conservación y manejo del hábitat del urogallo cantábrico. Ministerio de Medio Ambiente, Madrid, España. pp. 25-34.
- REQUE J.A., 2004. Bases para la selvicultura del roble albar [*Quercus petraea* (Matts.) Liebl.] en la Cordillera Cantábrica. Tesis doctoral. Universidad de Valladolid.
- REQUE J.A., 2005. Estructura forestal del hábitat del urogallo cantábrico: bases para la selvicultura de conservación. En: Manual de conservación y manejo del hábitat del urogallo cantábrico. Ministerio de Medio Ambiente, Madrid, España. pp. 59-70.
- RIVAS-MARTÍNEZ S., 1987. Memoria del mapa de series de vegetación de España 1:400.000. Serie Técnica, ICONA, MAPA, Madrid.
- ROIG S., ALONSO-PONCER R., RÍO M., MONTERO G., 2006. Tipología dasométrica de masas puras y mixtas de sabina albar (*Juniperus thurifera* L.) española. Actas del tercer coloquio internacional sobre los sanibares y enebrales (género *Juniperus*): ecología y gestión sostenible, Soria. Mayo, pp. 177-185.
- ROIG S., DEL RÍO M., RUIZ-PEINADO R., CAÑELLAS I., 2007. Tipología dasométrica de los rebollares (*Quercus pyrenaica* Milld.) de la zona centro de la Península Ibérica. Actas XLVI Reunión Científica de la SEEP, Victoria. Junio, pp. 535-542.
- ROZAS V., 2001. Dinámica forestal y tendencias sucesionales en un bosque maduro de roble y haya de la zona central de la Cornisa Cantábrica. Ecología 15, 179-211.
- ROZAS V., 2002. Estructura y patrones de regeneración del roble y el haya en un bosque maduro del litoral occidental de Cantabria. Invest Agrar: Sist Recur For 11(1).
- ROZAS V., 2003. Regeneration patterns, dendroecology, and forest-use history in an old-growth beech-oak lowland forest in Northern Spain. For Ecol Manage 182(1), 175-194(20).
- ROZAS V., 2004. Efectos de la historia del dosel y el clima sobre los patrones de crecimiento radial de *Fagus sylvatica* L. y *Quercus robur* L. Invest Agrar: Sist Recur For 13(3), 479-491.
- SAN MIGUEL A., ROIG S., CAÑELLAS I., 2002. Las prácticas agroforestales en la Península Ibérica. Cuadernos de la SECF 14, 33-38.
- SAN MIGUEL A., 2003. Gestión silvopastoral y conservación de especies y espacios protegidos. En: Pastos, desarrollo y conservación. Junta de Andalucía, Granada. pp. 409-421.
- SÁNCHEZ O., RUBIO A., BLANCO A., ELENA R., GÓMEZ V., 2003. Autoecología paramétrica de los hayedos de Castilla y León. Invest Agrar: Sist Recur For 12(1), 87-110.
- SÁNCHEZ PALOMARES, O., RUBIO A., BLANCO A., 2004. Definición y cartografía de las áreas potenciales fisiográfico-climáticas de hayedo en España. Invest Agrar: Sist Recur For, Fuera de Serie, 13-62.
- STORCH I., BAÑUELOS M.J. FERNÁNDEZ-GIL A., OBESO J.R., QUEVEDO M., RODRÍGUEZ-MUÑOZ R., 2006. Subspecies Cantabrian capercaillie *Tetrao urogallus cantabricus* endangered according to IUCN criteria. Journal of Ornithology: Online First DOI 10.1007/s10336-006-0101-5.
- TORRE M., ROY E., 1996. Conservación y mejora del hábitat del oso pardo. Consejería de Medio ambiente y Ordenación del Territorio, Junta de Castilla y León, Valladolid, España.
- TORRE M., 2001. Gestión forestal de zonas oseras: requerimientos del oso pardo e interacciones con los aprovechamientos En: Conservación de la biodiversidad y gestión forestal. Edicions Universitat de Barcelona-CTF, Barcelona, España. pp. 447-454.
- URRESTARAZU M., VILCHES E., AUNÓS A., 1992. Usos y aprovechamientos del haya. En: Actas del Congreso Internacional del Haya. 19 al 23 de octubre 1992. Invest Agrar: Sist Recur For, Fuera de Serie 1, 93-118.